

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-138341

(43)公開日 平成6年(1994)5月20日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 2 B 6/32

6/28

識別記号

庁内整理番号

7132-2K

Q 9119-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数2(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平3-237249

(22)出願日 平成3年(1991)8月23日

特許法第30条第1項適用申請有り 1991年3月15日 社団法人電子情報通信学会発行の「1991年電子情報通信学会春季全国大会講演論文集(分冊4)」に発表

(71)出願人 000108742

タツタ電線株式会社

大阪府東大阪市岩田町2丁目3番1号

(71)出願人 000004008

日本板硝子株式会社

大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号

(71)出願人 591205307

伊賀 健一

神奈川県横浜市緑区長津田町4259 東京工

業大学精密工学研究所内

(74)代理人 弁理士 梶 良之

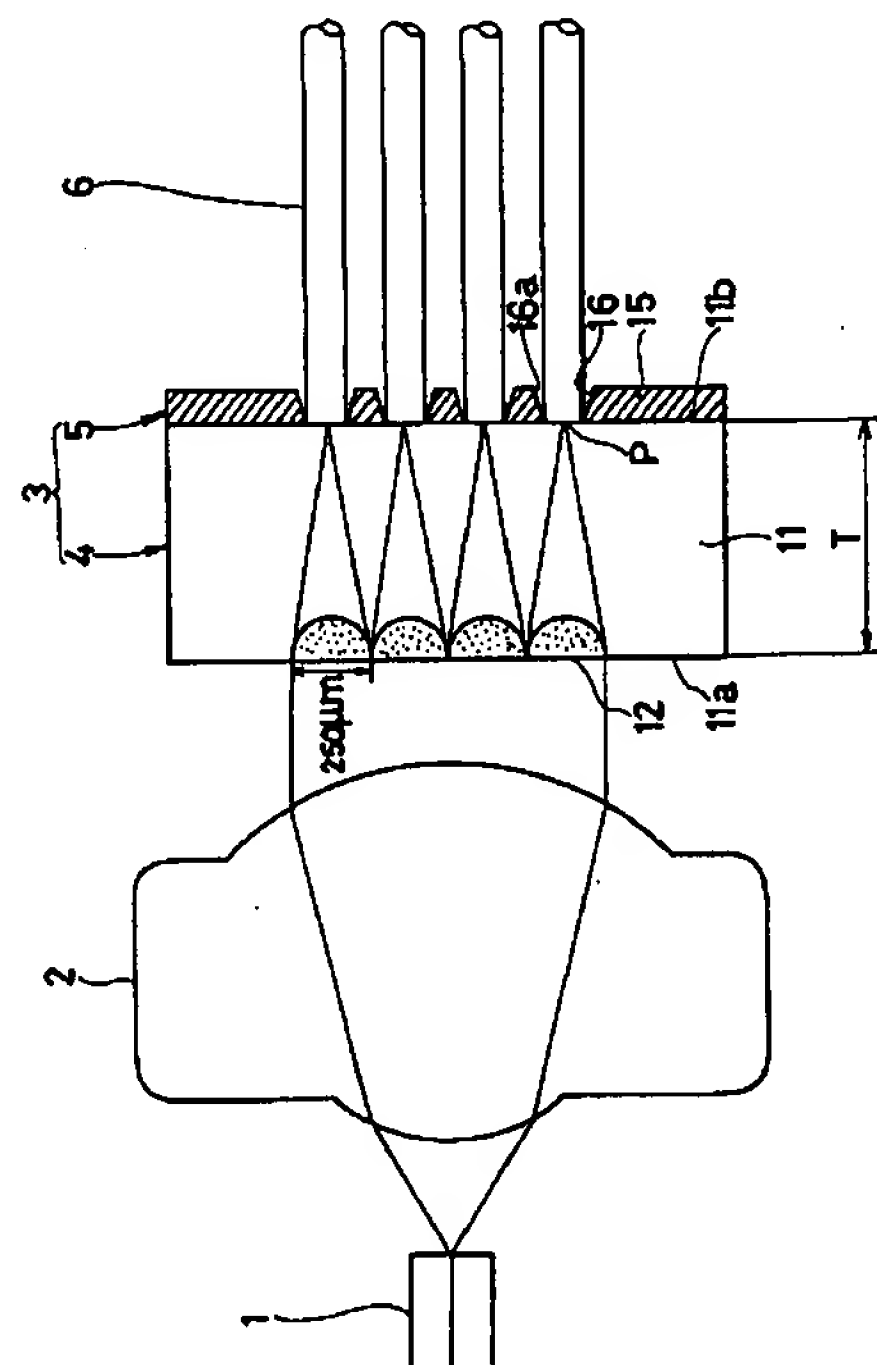
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光結合器およびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 軸合わせが不要で、製作が容易な光結合器とその製造方法を提供する。

【構成】 透明基板11の前方端面11aに1以上の微小レンズ12を形成し、後方端面11bに微小レンズ12の焦点Pが形成されるように厚さを調整して成る平板マイクロレンズ4と、その後方端面11bに接着したシリコンガイド板5とを備え、前記シリコンガイド板5は、光ファイバ6を挿嵌且つ接着可能に形成したガイド孔16を有し、ガイド孔16は微小レンズ12の焦点が挿嵌した光ファイバ6のコア内に包含される位置に形成して成る光結合器3とした。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 透明基板の前方端面に1以上の微小レンズを形成し、後方端面に前記微小レンズの焦点が形成されるように厚さを調整して成る平板マイクロレンズと、その後方端面に接着したシリコンガイド板とを備え、前記シリコンガイド板は、光ファイバを挿嵌且つ接着可能に形成したガイド孔を有し、ガイド孔は前記微小レンズの焦点が挿嵌した光ファイバのコア内に包含される位置に形成して成ることを特徴とする光結合器。

**【請求項2】** 透明基板の前方端面に1以上の微小レンズを形成した平板マイクロレンズの厚さをその後方端面に前記微小レンズの焦点が形成されるように調整する工程と、前記平板マイクロレンズに積層するガイド孔を有する単結晶シリコンガイド板を異方性化学エッチングにより製作する工程と、前記平板マイクロレンズの後方端面に前記シリコンガイド板をガイド孔の中心が前記微小レンズの焦点とほぼ一致するように接着する工程とから成ることを特徴とする光結合器の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【産業上の利用分野】** レーザーダイオード(LD)、発光ダイオード(LED)などの光源からの発散光を光ファイバに高効率に入射せしめるために用いる光結合器およびその製造方法に関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】** 光通信の適用分野は光LAN、CATV、さらには公衆通信回線の加入者系などの伝送システムへと広がりつつある。このような伝送システムを構築する上で、光源と光ファイバとを高効率に結合する光結合器が不可欠である。従来、この種の光結合器における光源と光ファイバの結合法としては、光ファイバの端面加工による結合法、1枚レンズ結合法、2枚レンズ結合法などがある。

**【0003】** 光ファイバの端面加工による結合法としては、たとえば図4(a)に示すように光ファイバの先端を球状に加工したもの、同図(b)に示すように先端をテーパ状に加工したものなどを用いる。これらの結合法は、光源LDからの光ビームが光ファイバコアからあまり広がらないところで結合するため、高効率に結合されるが、ファイバからの光の反射による雑音が発生したり、実際上において位置合わせが困難で、軸ずれ許容度がきびしいなどの問題がある。

**【0004】** 1枚レンズ結合法としては、図5(a)に示す球レンズや、同図(b)に示す分布屈折率レンズを用いる方法などがある。これらの1枚レンズ結合法は光ファイバの端面加工による方法に比し、軸ずれ許容度が緩和されるが、レンズの受光角より外へ広がる光は損失となり結合効率が低い。

**【0005】** 2枚レンズ結合法としては、図6(a)に示す球レンズを2個使用するもの、同図(b)に示す球

レンズと分布屈折率ロッドレンズを使用する方法などがある。これらの方法は軸ずれ許容度が最も緩和されるが、部品数が多く、製作が容易ではなく、量産化に不向きである。

**【0006】** 上記はいずれも光源LDと1本の光ファイバとの結合法に関するものであり、一つの光源LDと複数本の光ファイバアレーを同時に結合するためには、さらに上記の問題点が拡大される。

**【0007】**

**【発明が解決しようとする課題】** 本発明は上述の問題点を解消し、軸合わせが不要で、製造が容易な光結合器とその製造方法を提供することを目的とする。

**【0008】**

**【課題を解決するための手段】** 本発明の光結合器は、透明基板の前方端面に1以上の微小レンズを形成し、後方端面に前記微小レンズの焦点が形成されるように厚さを調整して成る平板マイクロレンズと、その後方端面に接着したシリコンガイド板とを備え、前記シリコンガイド板は、光ファイバを挿嵌且つ接着可能に形成したガイド孔を有し、ガイド孔は前記微小レンズの焦点が挿嵌した光ファイバのコア内に包含される位置に形成して成るものである。

**【0009】** そして、この光結合器の製造方法は、透明基板の前方端面に1以上の微小レンズを形成した平板マイクロレンズの厚さをその後方端面に前記微小レンズの焦点が形成されるように調整する工程と、前記平板マイクロレンズに積層するガイド孔を有する単結晶シリコンガイド板を異方性化学エッチングにより製作する工程と、前記平板マイクロレンズの後方端面に前記シリコンガイド板をガイド孔の中心が前記微小レンズの焦点とほぼ一致するように接着する工程とから成るものである。

**【0010】**

**【作用】** シリコンガイド板に設けたガイド孔に光ファイバの先端を挿嵌し接着するだけで、平板マイクロレンズの前方から平行光を入射したとき、光が光ファイバのコア内に入射されるので、光源からの光を高効率に光ファイバに伝達することができる。

**【0011】** 平板マイクロレンズとシリコンガイド板とを別々に精度よく調整製作し、両者を位置合わせして接着すると集積化が容易にできる。

**【0012】**

**【実施例】** 以下、本発明の実施例を図面を参照しつつ説明する。図1は本発明の光結合器の使用状態を示す図である。

**【0013】** 図1において、1は光源としての半導体レーザー、2は半導体レーザー1からの出射光を分配するコリメートレンズ、3は平板マイクロレンズ4とシリコンガイド5とを備えて成る光結合器、6は光ファイバである。

**【0014】** 平板マイクロレンズ4は、透明基板11の

前方端面11aに1以上多数(図示例では簡単のため4個を例示している)の微小レンズ12を形成したものである。そして、平板マイクロレンズ4の厚みTは透明基板11の後方端面11bに微小レンズ12の焦点Pが形成される厚みとなっている。このような、平板マイクロレンズ4はプレーナー技術で製作可能である。すなわち、透明基板11の微小レンズ12の部分にパターン開口を有するイオン透過防止用マスクを貼着し、次いでこのマスクを貼着した面をタリウム、セシウム等屈折率増加に寄与の大きいイオンを含む溶融塩内に浸漬せしめ、自然に又はイオン交換を行わせることによって、外側に向かって順次屈折率が透明基板のものに近づくように小さくなる微小レンズ12が形成される。このようにして製作された平板マイクロレンズ4の斜視状態が図2に示され、半球部分12aが屈折率の異なる部分と透明基板との境である。

【0015】図2において、シリコンガイド5はシリコン単結晶板15に裁頭四角錐形状のガイド孔16を有するものである。四角錐頭部の四角形の辺の長さは挿嵌する光ファイバ6の外径にほぼ等しくしてある。そして、微小レンズ12の中心軸Aがガイド孔16の中心軸に一致するように、ガイド孔16が配列されている。そして、図1に示されるように、平板マイクロレンズ4の後方端面11bとシリコン単結晶板15とが接着された状態で、光ファイバ6をガイド孔16に挿嵌すると、微小レンズ12の焦点Pが光ファイバ6のコアに包含される位置となる。また、光ファイバ6とガイド孔16との間の傾斜空間16aに適宜な接着剤を充填すると、光ファイバ6が固定できる。

【0016】このようなシリコンガイド5は異方性化学エッチングにより製作され、その工程を図3により説明する。図3(a)において、17はSiO<sub>2</sub>熱酸化膜であり、水蒸気酸化、加圧酸化などにより形成される。同

(b)において、シリコン単結晶板15の片面の熱酸化膜17の上にフォトレジスト膜18が塗布される。同

(c)において、フォトレジスト膜18に所定のマスク窓19が形成される。同(d)において、マスク窓19の下の熱酸化膜17が緩衝フッ酸でエッチングされる。同(e)において、シリコン単結晶板15がEPW(エチレンジアミンピロカテコール水溶液)により90°方向の異方性エッチングされ、裁頭四角錐状のガイド孔が形成される。同(f)において、熱酸化膜17が緩衝フッ酸で除去され、所望形状のシリコンガイド5を得る。

【0017】そして、図2のように、中心軸Aを一致させて、平板マイクロレンズ4とシリコンガイド5を接着して図1の光結合器3を得る。すなわち、製造工程としては、所定寸法の平板マイクロレンズ4を単体で製作する工程と、所定寸法のシリコンガイド5を単体で製作する工程と、平板マイクロレンズ4の後方端面11bにシリコンガイド板5をガイド孔16の中心が微小レンズ1

2の焦点とほぼ一致するように接着する工程とから成っている。平板マイクロレンズ4を精度良く製作し、シリコンガイド板5を精度良く製作しておく、両者を軸合わせするだけで、複数の光ファイバを同時に結合でき、容易に多モード光ファイバアレーの集積化が可能となる。

【0018】つぎに、このようにして製作された光結合器3の作動を図1により説明する。半導体レーザ1からの出射光はコリメートレンズ2で各微小レンズ12に分配される。そして、各微小レンズ12で焦点Pに集光される。この焦点Pは挿嵌した光ファイバ6のコア内に包含されるように位置しているため、集光された光は光ファイバ6に入射する。光ファイバ6の中心軸と焦点P位置の一致により、半導体レーザ1と多モード光ファイバアレーの結合効率例えば52.3%であり、理論値56.4%に近い値を得ることができた。

【0019】

【発明の効果】本発明の光結合器は、透明基板の前方端面に1以上の微小レンズを形成し、後方端面に前記微小レンズの焦点が形成されるように厚さを調整して成る平板マイクロレンズと、その後方端面に接着したシリコンガイド板とを備え、前記シリコンガイド板は、光ファイバを挿嵌且つ接着可能に形成したガイド孔を有し、ガイド孔は前記微小レンズの焦点が挿嵌した光ファイバのコア内に包含される位置に形成して成るものであり、ガイド孔に光ファイバの先端を挿嵌し接着するだけで、光源からの光を高効率に光ファイバに伝達することができ、面倒な軸合わせが不要となる。そのため、容易に集積化でき、大容量並列光伝送が可能となる。

【0020】そして、この光結合器の製造方法は、透明基板の前方端面に1以上の微小レンズを形成した平板マイクロレンズの厚さをその後方端面に前記微小レンズの焦点が形成されるように調整する工程と、前記平板マイクロレンズに積層するガイド孔を有する単結晶シリコンガイド板を異方性化学エッチングにより製作する工程と、前記平板マイクロレンズの後方端面に前記シリコンガイド板をガイド孔の中心が前記微小レンズの焦点とほぼ一致するように接着する工程とから成るものであり、平板マイクロレンズとシリコンガイド板とを別々に精度よく調整製造し、両者を位置合わせして接着するだけでよいので、製造が容易である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光結合器の使用状態を示す図である。

【図2】光結合器を構成する平板マイクロレンズとシリコンガイド板の分解斜視図である。

【図3】シリコンガイド板の製造工程を示す斜視図である。

【図4】従来の光結合器の使用状態を示す図である。

【図5】従来の光結合器の使用状態を示す図である。

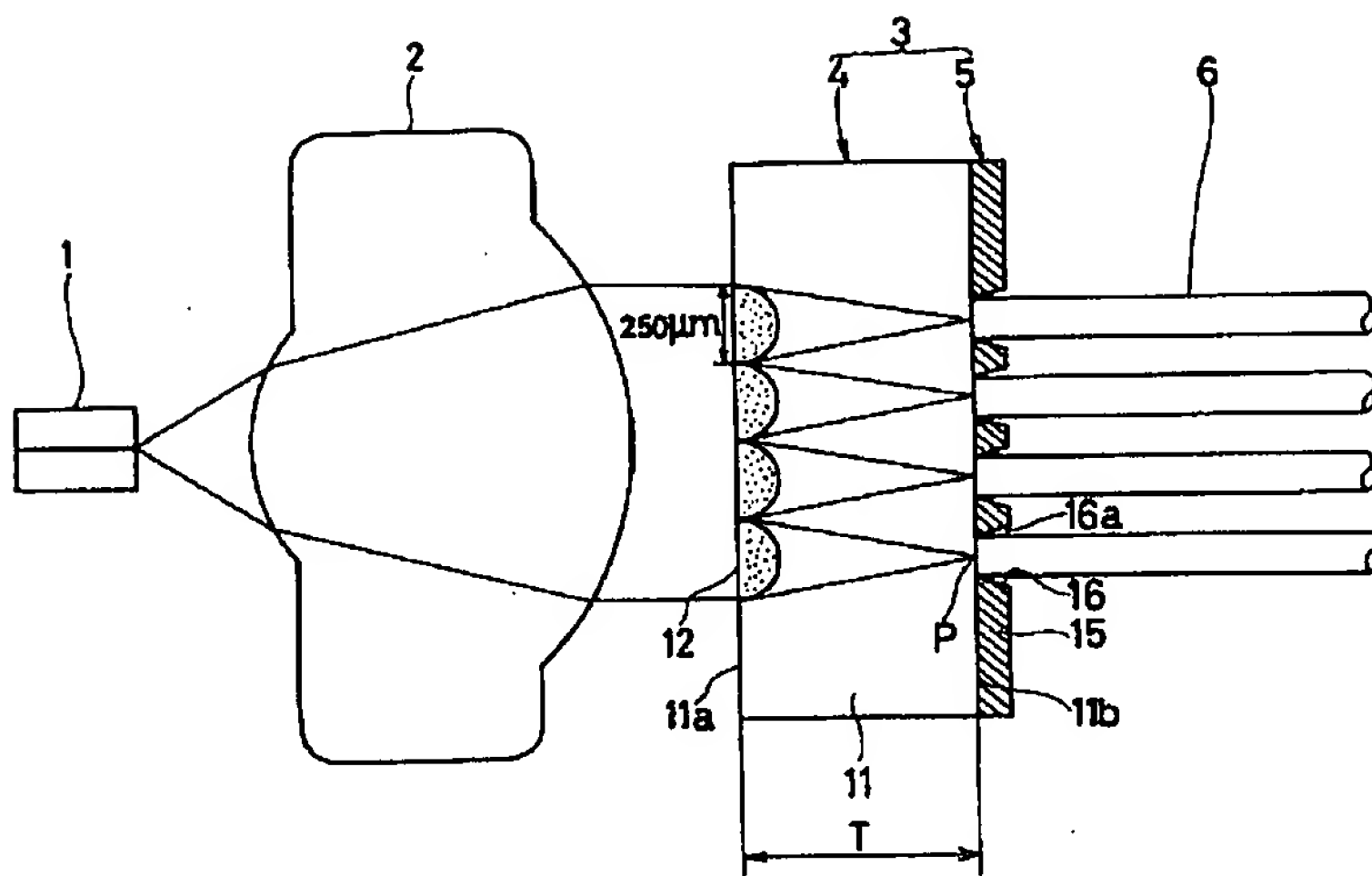
【図6】従来の光結合器の使用状態を示す図である。

## 【符号の説明】

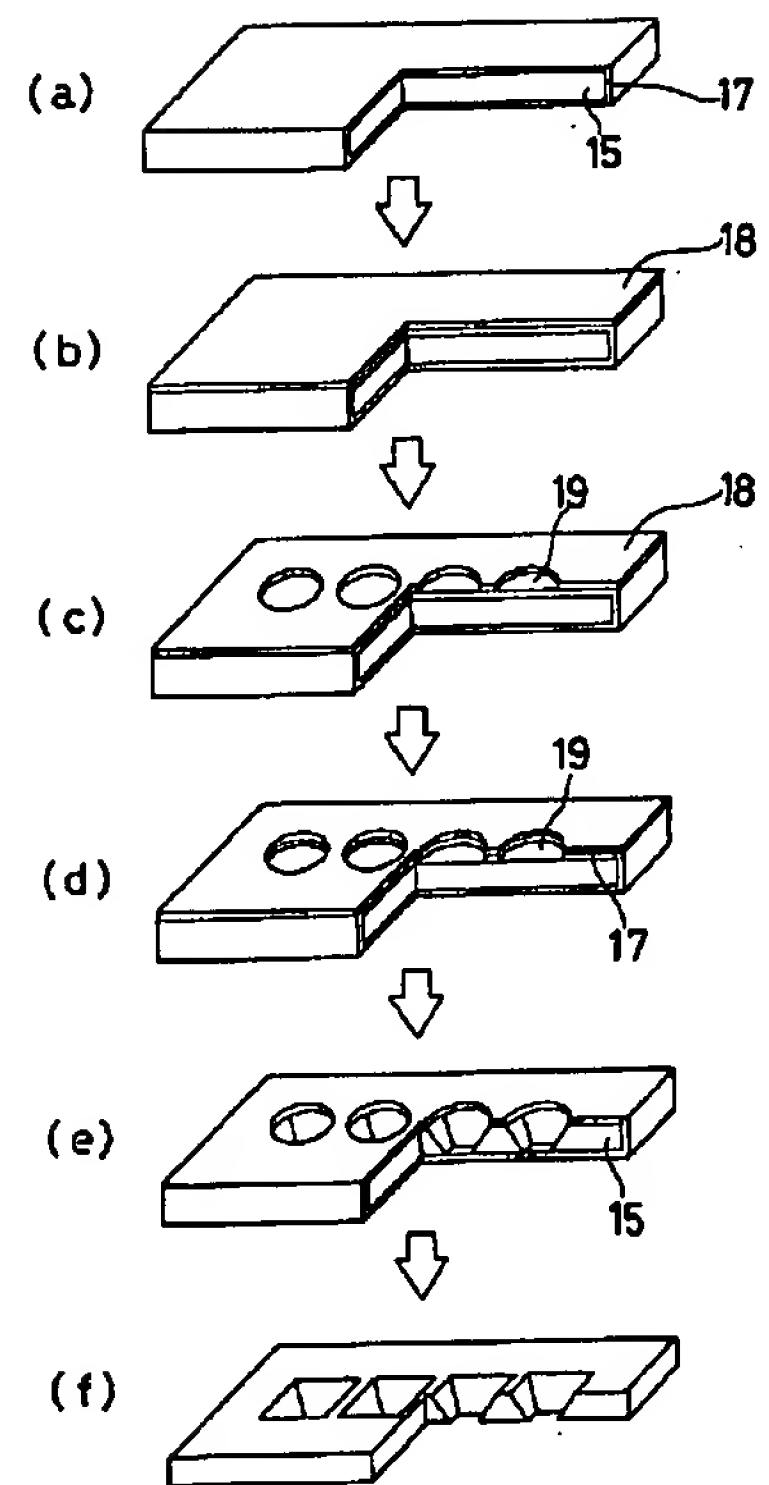
3 光結合器  
4 平板マイクロレンズ  
5 シリコンガイド板

6 光ファイバ  
12 微小レンズ  
16 ガイド孔

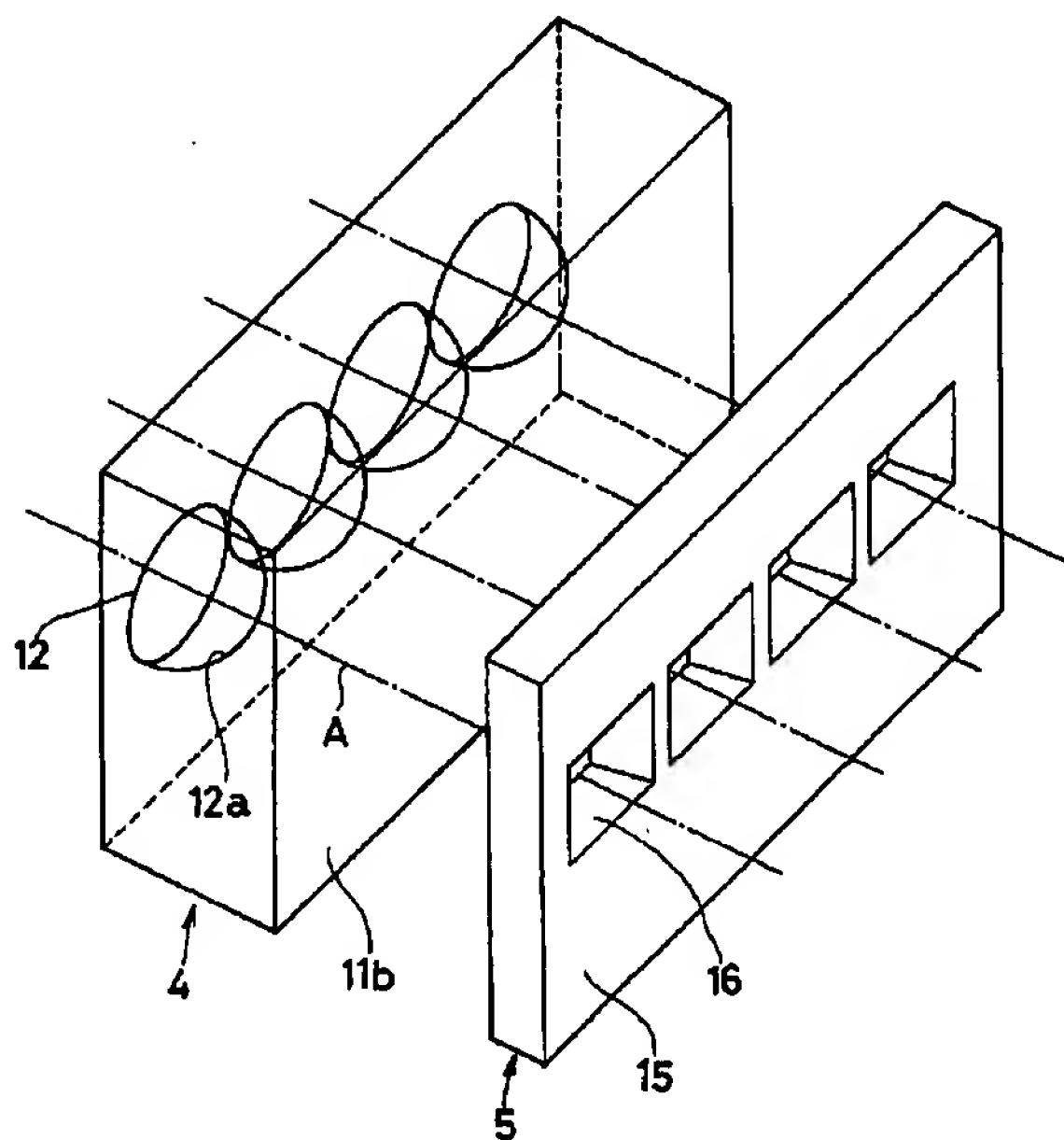
【図1】



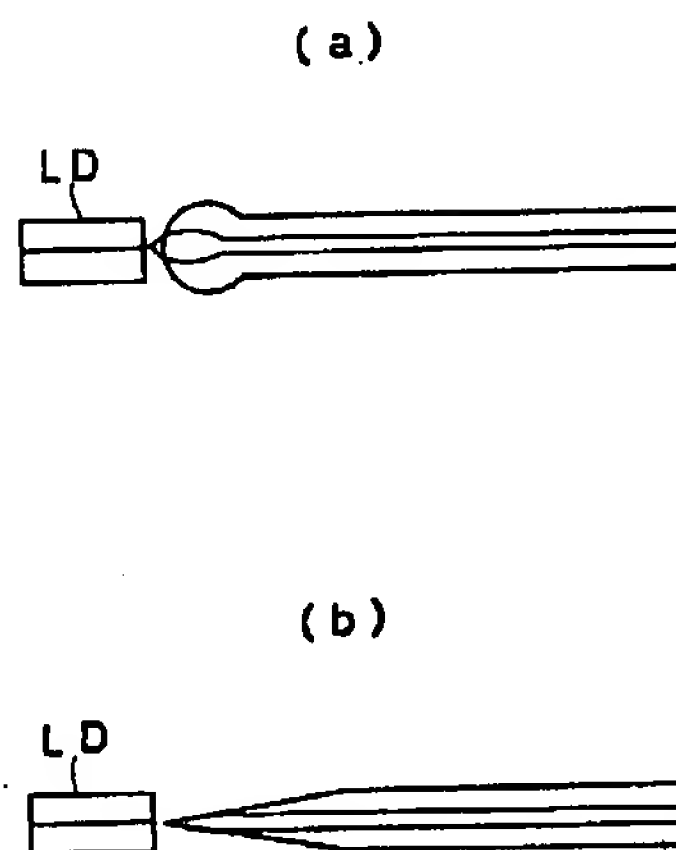
【図3】



【図2】

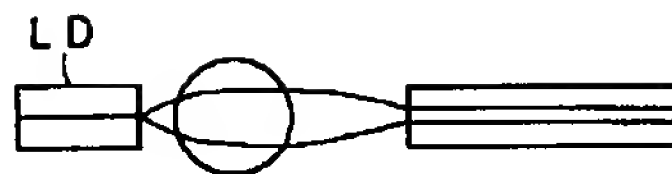


【図4】

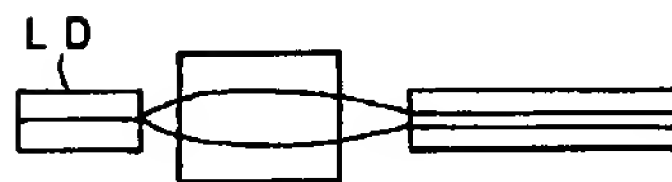


【図5】

(a)



(b)

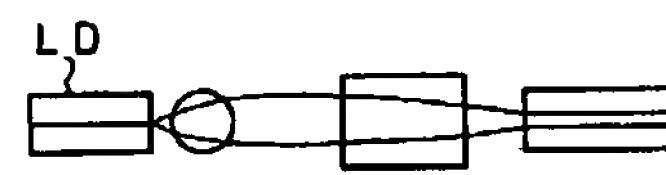


【図6】

(a)



(b)



## 【手続補正書】

【提出日】平成4年4月15日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0016】このようなシリコンガイド5は異方性化学エッチングにより製作され、その工程を図3により説明する。図3(a)において、17はSiO<sub>2</sub>熱酸化膜であり、水蒸気酸化、加圧酸化などにより形成される。

同(b)において、シリコン単結晶板15の片面の熱酸化膜17の上にフォトリソ膜18が塗布される。同

(c)において、フォトリソ膜18に所定のマスク窓19が形成される。同(d)において、マスク窓19の下の熱酸化膜17が緩衝フッ酸でエッチングされる。同(e)において、(100)シリコン単結晶板15がEPW(エチレンジアミンピロカテコール水溶液)により異方性エッチングされ、裁頭四角錐状のガイド孔が形成される。同(f)において、熱酸化膜17が緩衝フッ酸で除去され、所望形状のシリコンガイド5を得る。

フロントページの続き

(72)発明者 小西 秀広  
大阪府東大阪市岩田町2丁目3番1号 タ  
ツタ電線株式会社内

(72)発明者 秋葉 敦  
大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号  
日本板硝子株式会社内

(72)発明者 伊賀 健一  
神奈川県横浜市緑区長津田町4259 東京工  
業大学精密工学研究所内

(72)発明者 小山 二三夫  
神奈川県横浜市緑区長津田町4259 東京工  
業大学精密工学研究所内